

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-314835

(43)Date of publication of application : 09.12.1997

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 08-139029

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 31.05.1996

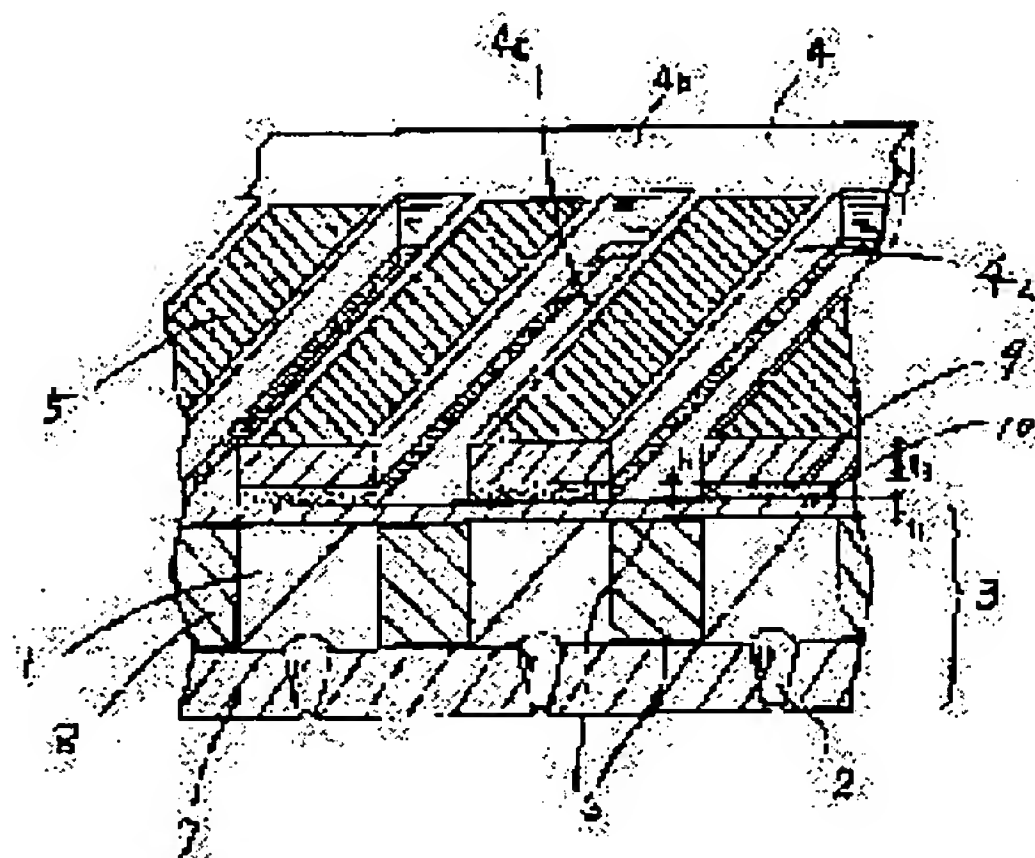
(72)Inventor : FUKUOKA SHUICHI
KISHINO TOSHIKAZU
OKUBO SHIN

(54) INK JET HEAD AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To contrive the high integration of ink chambers and nozzles, and obtain an ink jet head, in which the deformation of a piezoelectric element can favorably be transmitted to a diaphragm.

SOLUTION: In an ink jet head equipped with a plurality of ink chambers 1, nozzles 2 communicating with each ink chamber 1 and a diaphragm 10 for applying pressure to each ink chamber 1, respective members are made of metallic material and, at the same time, a piezoelectric element 4 is bonded on the outside of the metal diaphragm 10 through a bonding layer 9 having the Young's modulus after curing of 30-100GPa, and the thickness of at most 30, μ m to form driving electrodes 5 on the piezoelectric element 4.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-314835

(43) 公開日 平成9年(1997)12月9日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/045		B 4 1 J	1 0 3 A
	2/055			1 0 3 H
	2/16			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-139029

(22) 出願日 平成8年(1996)5月31日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 福岡 修一

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72) 発明者 岸野 敏和

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 大久保 慎

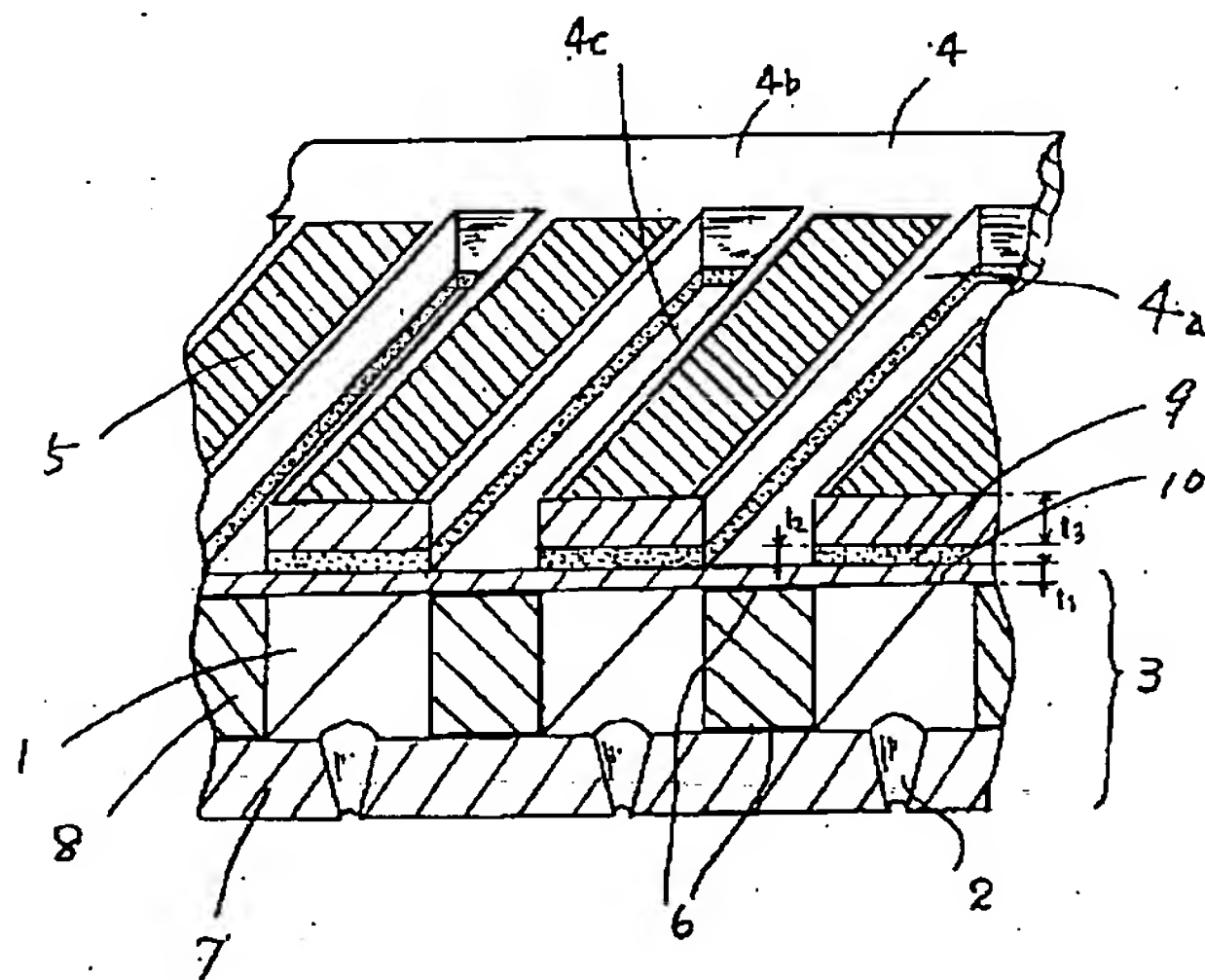
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッドとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 インク室1及びノズル2の高集積化を図り、圧電素子4の変形を振動板10に良好に伝達できるインクジェットヘッドを得る。

【解決手段】 複数のインク室1と、該インク室1に連通するノズル2と、各インク室1に圧力を加えるための振動板10とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記各部材を金属材料で形成するとともに、金属製の振動板10の外側に、硬化後のヤング率が30~100GPaで厚み30μm以下の接合層9を介して圧電素子4を接合し、該圧電素子4上に駆動用電極5を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記各部材を金属材料で形成するとともに、振動板の外側に、硬化後のヤング率が 30～100 GPa で厚み 30 μ m 以下の接合層を介して圧電素子を接合し、該圧電素子上に駆動用電極を形成してなるインクジェットヘッド。

【請求項 2】上記振動板の厚みが 30 μ m 以下で、かつ圧電素子の厚みが 50 μ m 以下であることを特徴とする請求項 1 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 3】上記各振動板に接合された圧電素子は、一体的に形成した板状体であり、かつ隣合うインク室間にはスリットを有することを特徴とする請求項 1 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 4】複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記振動板の外側に接合層を介して板状の圧電素子を接合した後、該圧電素子における隣合うインク室間の部分をブラスト法又はエッチング法により除去してスリットを形成する工程からなるインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項 5】複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記振動板の外側に、インク室に対応する部分のみに圧電素子を成膜により形成する工程からなるインクジェットヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェットプリンターに用いるインクジェットヘッドに関し、特に高速かつ高解像度印字を可能にするインクジェットヘッドとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】インクジェットプリンターは、ヘッドよりインクを噴射して印字するようにしたプリンターであり、騒音が少なく高速印字が可能であることから、近年広く使用されている。

【0003】このインクジェットヘッドの概略構造は、図 4 (A) に示すようにインク室 21 とこれに連通するノズル 22 を備えたヘッド基板 23 に、各インク室 21 に圧力を加える振動板 24 を接合し、該振動板 24 を変形させてインク室 21 内の圧力を上昇させ、インク（不図示）をノズル 22 より噴出させるようになっている。なお、各部材は金属材料で形成されており、図では 1 つのインク室 21 しか示していないが、同様のものが複数、一列に並んでインクジェットヘッドを構成している。また、上記振動板 24 を変形させる手段としては振動板 24 に圧電素子を接合し、この圧電素子に電圧を印加して

変形させることが行われている。

【0004】一方、特開平 6-40030 号、特開平 6-218929 号公報等に示されるように、このインクジェットヘッドの材質としてセラミックスを用いることも提案されている。

【0005】例えば酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウムのうちのいずれか一種類を主成分とするセラミックスからなるヘッド基板 23 に、酸化ジルコニウムを主成分とするセラミックスからなる振動板 24 を備え、図 4 (B) に示すように振動板 24 に PZT などの圧電素子 26 を下部電極 25、上部電極 27 により挟持した圧電振動体を接合したものが知られている。

【0006】このような、セラミックス製のインクジェットヘッドを製造する場合は、まず、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウムのうち少なくともいずれか一種類を主成分とするセラミックスグリーンシート上に、インク室 21 及びノズル 22 となる部位を金型で打ち抜いた後、振動板 24 となるもう一枚のセラミックスグリーンシートを積層し、熱圧着後、セラミックスの焼成温度である約 1400℃ の温度で焼成してヘッド基板 23 を形成する。

【0007】その後、インク室 21 に対応した振動板 24 上に、駆動用下部電極 25 とした導電性を持ったサーメットをスクリーン印刷後、さらにその上部に圧電素子 26 を、例えば PZT 系材料を厚膜形成法により作成後、焼成し、その上部に駆動用上部電極 27 を形成していた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のようなセラミックス製のインクジェットヘッドの場合、製造工程中で、セラミックスグリーンシートにインク室 21 及びノズル 22 を金型で打ち抜く際にインク室 21 間の壁部が破損変形しやすいことから、インク室 21 間のピッチを狭くできないという問題があった。そのため、インク室 21 およびノズル 22 の高集積化ができず、印刷画像の解像度は約 700 dpi が上限であった。また、ヘッド基板 23 が取扱時に破損しやすく、実装時の歩留まりが悪くなるなどの問題もあった。

【0009】さらに、ヘッド基板 23 を約 1400℃ で焼成した後で、振動板 24 上に、下部電極 25 となるサーメット、圧電素子 26、及び上部電極 27 となる金属ペーストをそれぞれ塗布した後、再度焼成する必要がある、少なくとも 2 つの焼成工程を必要とするため、製造工程が煩雑になり、コストの増大を招くという問題もあった。また、振動板 24 と圧電素子 26 との線膨張係数が異なることによる圧電素子 26 の剥離が生じ、歩留まりが悪くなるなどの問題もあった。

【0010】一方、金属製のインクジェットヘッドの場合は、振動板 24 上に圧電素子を備える際に接合層を介

して接合する必要があるため、振動板 24 を変形させる際の応答性が悪いという問題があった。これは、振動板 24 上に接合層を介して圧電素子を備えると、圧電素子の変形が接合層によって吸収されてしまい、振動板 24 に伝わり難くなるためである。その結果、振動板 24 を変位させるために必要な駆動電圧が大きくなるだけでなく、圧電素子に大きな応力が生じてしまい破損しやすくなるという問題もあった。

【0011】また、いずれのインクジェットヘッドの場合も、高集積化のためにインク室 21 間のピッチを小さくすると、各圧電素子を各インク室 21 上に正確に位置決めして備えることが困難になるという問題もあった。

【0012】そこで本発明は、インク室、ノズル及び圧電素子の高集積化を図って、約 1000 dpi を超える高解像度と高速印字を可能にしたインクジェットヘッドと、製造歩留まりを大幅に向上させ、かつ取り扱いを容易にしたインクジェットヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、各部材を金属板で形成するとともに、振動板の外側に、硬化後のヤング率が 30~100 GPa で厚み 30 μ m 以下の接合層を介して圧電素子を接合し、該圧電素子上に駆動用電極を形成したことを特徴とする。

【0014】即ち、本発明によれば、ヘッドを金属材で形成することによって、靱性及び強度が高いことから、製造時にインク室やノズルを形成する際の加工精度を高くしやすい。そのため、インク室間のピッチを狭くして集積度の高いインクジェットヘッドを得ることができる。また、ヘッドを金属で形成することによって、製造工程を簡略化し、取扱を容易にすることもできる。さらに振動板を金属材で形成することによって、圧電素子の下部電極を振動板で兼用することができる。

【0015】なお、金属製のインクジェットヘッドの場合、振動板と圧電素子との接合層が問題となるが、種々実験の結果、接合層のヤング率と厚みを上記範囲とすれば、応答性に優れたインクジェットヘッドが得られることを見出したのである。

【0016】即ち、圧電素子で発生した変位を効率よく振動板に伝達するには、振動板と圧電素子の接合にヤング率の高い接合層を用いることが望ましい。しかしながら、過度にヤング率の高い接合層で圧電素子を接合した場合、圧電素子への電圧印加時に、変形が拘束されて内部に発生する応力が高くなり、圧電素子が破壊に至る可能性がある。

【0017】そこで、本発明では上記接合層の硬化後のヤング率を 30~100 GPa としたが、これは 30 G

Pa 未満では圧電素子の変位を効率良く振動板に伝達することができず、100 GPa を超えると変形拘束により圧電素子が破損しやすくなるためである。なお、このような接合層としては、低融点ガラス、エポキシ系接着剤、嫌気性接着剤、シランカップリング剤と金属系カップリング剤の混合剤などを用いるが、上記範囲内であれば、その他の有機系接着剤、無機系接着剤を用いることができる。あるいは、これらの接着剤に無機粉末等のフィラーを混合してヤング率を上記範囲に調整したものであってもよい。

【0018】また、圧電素子の変位を振動板に効率よく伝達し、かつ振動板、接合層および圧電素子に生ずる応力を低く抑えるには、これらの積層時の厚みをできるだけ薄くすることが望ましい。そこで、本発明では、接合層の厚みを 30 μ m 以下、望ましくは 20 μ m 以下とすることにより、圧電素子の変位を効率よく振動板に伝達し、かつ強度上安定した構造を実現した。

【0019】また上記応力を低く抑え、応答性を向上させて高速駆動するために、振動板の厚みは 30 μ m 以下とすることが好ましい。

【0020】さらに、圧電素子の厚みは 50 μ m 以下と薄くすることによって、共振周波数を高めるとともに、駆動電圧を小さくすることができる。しかし、小型化と薄層化に伴い、個々に独立した圧電素子をインク室上に形成することが困難で、生産性が低くなるなどの問題が生じる。そこで、後述する製造方法により、一枚の圧電素子を全面に接合し、インク室間の部分を除去してスリットを形成することで、容易に圧電素子を形成することができる。

【0021】さらに本発明は、複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記振動板の外側に接合層を介して板状の圧電素子を接合した後、該圧電素子における隣合うインク室間の部分を除去してスリットを形成する工程からインクジェットヘッドを製造することを特徴とする。

【0022】即ち、本発明によれば、インク室上に圧電素子を備える際に、全面を覆う圧電素子プレートを接合した後、インク室の間に相当する部分の圧電素子を除去してスリットを形成することによって、インク室上に正確に位置決めして圧電素子を形成するとともに、個々の圧電素子の相互干渉を防止できる。そのため、インク室間のピッチを小さくして、高集積化を図ったインクジェットヘッドを容易に製造できる。

【0023】また、本発明は、複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記振動板の外側に、インク室に対応する部分のみに圧電素子を成膜する工程からインクジェットヘッドを製造することを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図によって説明する。

【0025】本発明のインクジェットヘッドは、図1に示すようにインク室1とノズル2が形成されたヘッド基板3の表面に、接合層9を介して圧電素子プレート4が接合された構造となっている。

【0026】ヘッド基板3は、ノズル2を形成したプレート7と、インク室1及びインク通路（不図示）を形成したプレート8と、振動板10とをガラス等の接合材6で接合したものであり、これらの部材はステンレス、Ni、Ti、Alまたはその合金など、耐食性に優れた金属から形成されている。上記振動板10の厚み t_1 は $30\mu\text{m}$ 以下、特に $20\mu\text{m}$ 以下であることが好ましいが、これは圧電素子4に電圧を印加して変位させた時の応力を小さくし、高速駆動を可能とするためである。

【0027】また、ヘッド基板3の振動板10と圧電素子プレート4との間の接合層9は、低融点ガラス、エポキシ系接着剤、嫌気性接着剤またはシランカップリング剤と金属系カップリング剤の混合剤等からなり、硬化後のヤング率が $30\sim 100\text{GPa}$ のものをを用いることによって、圧電素子プレート4の変位を効率的に振動板10に伝えたとともに、圧電素子プレート4への電圧印加時に生じる応力を小さくしてある。

【0028】なお、接合層9の硬化後のヤング率とは、接合層9が完全に硬化した後のヤング率のことであり、接合層9に薄膜用硬度測定圧子を押しつけることによって測定できる。

【0029】さらに、接合層9の厚み t_2 は $30\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましいが、これは圧電素子プレート4の変位を効率的に振動板10に伝えるためである。

【0030】また圧電素子プレート4は、各インク室1上に形成された駆動部4aと連結部4bからなる一枚の板状体であり、インク室1間の部分に相当する各駆動部4a間にはスリット4cが形成され、全体として櫛歯状となっている。そのため、隣接するインク室1間において駆動部4aによる相互干渉を少なくすることができる。

【0031】また、圧電素子4の駆動部4aの厚み t_3 は $50\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましいが、これは共振周波数を高くし、駆動電圧を低くするためである。

【0032】この圧電素子プレート4は、電圧印加により変形する圧電材料により形成されている。例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）を主成分とするペロブスカイト型複合酸化物からなる圧電材料、あるいは上記PZTのPb、Zr、Tiの元素の一部を、Sr、Ba等のアルカリ土類金属、Nb等の周期律表第5a族元素、Bi、Sb等の周期律表第5b族元素、Ni等の周期律表第8族元素、Pr、Nd等の希土類、Zn、Te等に

より一部置換した圧電材料で形成されている。

【0033】さらに駆動用電極5は、圧電素子プレート4の駆動部4a上に形成され、例えば、銀、パラジウム、白金、ニッケルのうちの少なくとも一種からなるものである。

【0034】このインクジェットヘッドを作動させる場合は、下部電極を兼用する振動板10と圧電素子プレート4のうち所望の駆動部4a上の駆動電極5との間に電圧を印加することによって、当該駆動部4aを変形させ、これを振動板10に伝えてインク室1内の圧力を高め、インク室1内のインク（不図示）をノズル2より噴出させることができる。

【0035】次に本発明の製造方法を説明する。

【0036】まず、ノズル2を形成した金属製のプレート7と、インク室1及びインク通路（不図示）を形成した金属製のプレート8と、金属製の振動板10とをそれぞれガラス等の接合材6で接合してヘッド基板3を作製する。

【0037】次に、図2（A）に示すように、このヘッド基板3の振動板10上に、接合層9を塗布して、スリットを形成していない圧電素子プレート4を接合する。具体的には、接合層9としてガラスペーストを塗布後、圧電素子プレート4を熱接合するか、あるいは接合層9としてエポキシ系接着剤またはシランカップリング剤と金属系カップリング剤の混合剤を塗布後、圧電素子プレート4を接合する。

【0038】なお、上記圧電素子プレート4は、上述した圧電材料からなるセラミックスグリーンシートを1層又は複数層積層した後、焼成したものである。

【0039】次に、図2（B）に示すように、この圧電素子プレート4の表面に、各インク室1間の部分を除いて樹脂等のマスキング11を施す。そして、サンドブラスト法、ドライエッチング法、又はビームエッチング法等により、圧電素子プレート4におけるマスキング11を施していないインク室1間の部分を除去する。なお、この工程では、少なくともインク室間1の部分における圧電素子を除去すればよく、この部分の接合層9は残っていても良い。

【0040】その後、マスキング11を除去すれば、図2（C）に示すように、インク室1上に形成した駆動部4aと連結部4bから成り、各駆動部4a間にスリット4cを有する櫛歯状の圧電素子プレート4を得ることができる。

【0041】その後、駆動用電極5を圧電素子プレート4の駆動部4aごとに形成すれば良い。

【0042】以上のような製造方法により、圧電素子プレート4の駆動部4aをインク室1上に正確に位置決めすることができ、個々独立した変位を生ぜしめるとともに、隣接したインク室1との相互干渉を少なくすることができる。また、上記製造方法によれば、インク室1間

のピッチを小さくしても、各駆動部 4 a を正確にインク室 1 上に形成できるため、インク室 1 及びノズル 2 の高集積化が可能になり、その結果、高解像度のインクジェットヘッドが得られることとなる。

【0043】次に、本発明の他のインクジェットヘッドの製造方法を説明する。

【0044】図 3 (A) に示すように、ヘッド基板 3 の振動板 10 上に、隣接したインク室 1 間の部分にマスキング 12 を形成する。この状態で、振動板 10 の表面に CVD 法等の成膜手段で圧電材料を成膜し、その後マスキング 12 を除去することによって、マスキング 12 部分には圧電材料が成膜されないため、図 3 (B) に示すような櫛歯状の圧電素子プレート 4 を形成することができる。そのため、圧電素子プレート 4 の駆動部 4 a を正確にインク室 1 上に形成することができる。

【0045】

【実施例】まず、1200 dpi に対応できるようなピッチでノズル 2 を形成した厚み 500 μm のステンレス製のプレート 7 と、インク通路部とインク室 1 を形成したステンレス製のプレート 8 と、厚み t_1 が 10 μm のステンレス製の振動板 10 とを、それぞれ融点 650°C のガラスにより接合してヘッド基板 3 を作製した。

【0046】次に、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) を主成分とする厚み 30 μm のセラミックスグリーンシートを金型により板状に打ち抜いた。その後、このグリーンシートを焼成し、圧電素子プレート 4 を作製した。なお、このとき、反りを防ぐために、重りをのせて脱バインダー及び焼成を行った。

【0047】次に、図 2 (A) に示すように、ヘッド基板 3 の振動板 10 上に、融点が 500°C 以下の低融点ガラスを印刷して接合層 9 とし、乾燥後、上記圧電素子プレート 4 を重ね合わせ、重りをのせて約 500°C で約 5 分間の熱処理を行い、両者を接合させた。

【0048】なお、ここで使用した接合層 9 を成す低融点ガラスの硬化後のヤング率は 80 GPa、接合層 9 の厚み t_2 は 10 μm とした。

【0049】次に、図 2 (B) に示すように、圧電素子プレート 4 の上に樹脂のマスキング 11 を施し、サンドブラスト法またはドライエッチング法によりインク室 1 間の部分を除去することによって、図 2 (C) に示す形状の圧電素子プレート 4 とした。

【0050】その後、駆動用電極 5 を圧電素子 4 の駆動部 4 a に印刷等の方法で形成し、焼き付けることによって、本発明のインクジェットヘッドを作製した。

【0051】以上のようにして作製したインクジェットヘッドは、良好に作動し、1200 dpi の高解像度を得られることが確認された。また、ヘッド基板 3 が金属で形成されることから、取り扱いが容易になり、製造工程の簡略化と歩留まり向上によるコストダウンを図ることができた。

【0052】実験例 1

次に、上記インクジェットヘッドにおいて、接合層 9 のヤング率を変化させる実験を行った。

【0053】図 1 のインク室 1 に対応する振動板 10 及び駆動部 4 a の幅 (図面の左右方向) は 260 μm 、長さ (図面の奥行き方向) は 3 mm とし、振動板 10 の厚み t_1 は 20 μm 、接合層 9 の厚み t_2 は 20 μm 、PZT からなる圧電素子プレート 4 の厚み t_3 は 30 μm とした。

【0054】また、接合層 9 として、表 1 に示すように硬化後のヤング率が 10 ~ 120 GPa の範囲の接合材を用いた。

【0055】各インクジェットヘッドに、振動板 10 の変位量が 0.1 μm となるように圧電素子プレート 4 の駆動部 4 a に電圧を印加し、その際に駆動部 4 a に生じる最大応力を求めた。なお、応力値を実測することはできないため、コンピュータシミュレーションによって算出した。

【0056】結果は表 1 に示す通り、接合層 9 のヤング率を高くするほど、振動板 10 及び駆動部 4 a が変形しにくくなることから、一定の変位量を得るために駆動部 4 a に生じる応力が大きくなる傾向がある。また、一般的な PZT の強度は 11 MPa 程度であることから、接合層 9 のヤング率が 100 GPa を超えると、PZT からなる圧電素子プレート 4 の駆動部 4 a が破損する恐れがあることがわかる。

【0057】したがって、圧電素子プレート 4 の破損を防止するには、接合層 9 のヤング率を 100 GPa 以下とすれば良い。

【0058】

【表 1】

接合層のヤング率 (GPa)	圧電素子に生じる最大応力 (MPa)
10	4.1
30	4.9
100	9.8
120	12.1

【0059】実験例 2

次に、上記と同様にして、圧電素子プレート 4 の駆動部 4 a への印加電圧を 30 V とした時の、振動板 10 の変位量を測定した。

【0060】結果を表 2 に示すように、ヤング率が 30 GPa 未満と低い場合は、駆動部 4 a の変形が伝達されにくいため振動板 10 の変位量が小さくなり、一方ヤング率が 100 GPa を超えると、振動板 10 が拘束されて変位量が小さくなることがわかる。

【0061】したがって、駆動部 4 a の変形を良好に振動板 10 に伝達するためには、接合層 9 のヤング率を 30 ~ 100 GPa の範囲とすれば良い。

【0062】

【表 2】

接合部のヤング率 (GPa)	振動板の変位量 (μm)
10	0.12
30	0.14
100	0.11
120	0.08

【0063】実験例 3

次に、接合層 9 のヤング率を 50 GPa に固定し、厚み t_2 を表 3 に示すように種々に変化させた。それぞれ、振動板 10 の変位量が 0.1 μm となるように、圧電素子プレート 4 の駆動部 4 a に電圧を印加し、その際に駆動部 4 a に生じる応力を実験例 1 と同様に求めてみた。

【0064】結果を表 3 に示すように、接合層 9 の厚み t_2 が大きいほど、振動板 10 が変位しにくくなることから、一定の変位量を得るために、駆動部 4 a に生じる応力が大きくなる傾向がある。また、一般的な PZT の強度は 11 MPa 程度であることから、接合層 9 の厚み t_2 が 30 μm を超えると、PZT からなる圧電素子プレート 4 の駆動部 4 a が破損する恐れがあることがわかる。

【0065】したがって、圧電素子プレート 4 の破損を防止するには、接合層 9 の厚み t_2 を 30 μm 以下とすれば良い。

【0066】

【表 3】

接合層の厚み t_2 (μm)	圧電素子に生じる最大応力 (MPa)
10	5.1
30	7.3
50	11.4

【0067】実験例 4

次に、実験例 3 と同様にして、圧電素子 4 への印加電圧を 30 V とした時の、振動板 10 の変位量を測定した。

【0068】結果を表 4 に示すように、厚み t_2 が 30 μm を超えると、圧電素子プレート 4 の駆動部 4 a の変形が伝達されにくくなるため、振動板 10 の変位量が小さくなることがわかる。

【0069】したがって、接合層 9 の厚み t_2 は 30 μm 以下とすれば良い。

【0070】

【表 4】

接合層の厚み t_2 (μm)	振動板の変位量 (μm)
10	0.18
30	0.11
50	0.07

【0071】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記各部材を金属材料で形成するとともに、金属製の振動板の外側に、硬化後のヤング率が 30~100 GPa で厚み 30 μm 以下の接合層を介して圧電素子を接合し、該圧電素子上に駆動用電極を形成したことによって、インク室及びノズルの高集積化を図ることができる。また圧電素子の変形を振動板に良好に伝達できることから応答性に優れ、低電圧で大きな応力が生じることなく駆動させることができる。

【0072】その結果、1000 dpi を超える高解像度を得られ、使用時に振動部が破損する恐れがなく、低電圧で高速駆動が可能な、高性能のインクジェットヘッドを得ることができる。

【0073】また、本発明によれば、複数のインク室と、該インク室に連通するノズルと、各インク室に圧力を加えるための振動板とを備えたインクジェットヘッドにおいて、上記振動板の外側に接合層を介して板状の圧電素子を接合した後、該圧電素子における隣合うインク室間の部分を除去してスリットを形成する工程から製造することによって、各部材が金属からなるため取り扱いが容易で、製造歩留まりを大幅に向上させることができる。また、各インク室上に正確に圧電素子を形成できるため、インク室の高集積化に対応でき、高解像度のインクジェットヘッドを容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のインクジェットヘッドを示す一部破断斜視図である。

【図 2】(A)~(C) は本発明のインクジェットヘッドの製造方法を説明するための斜視図である。

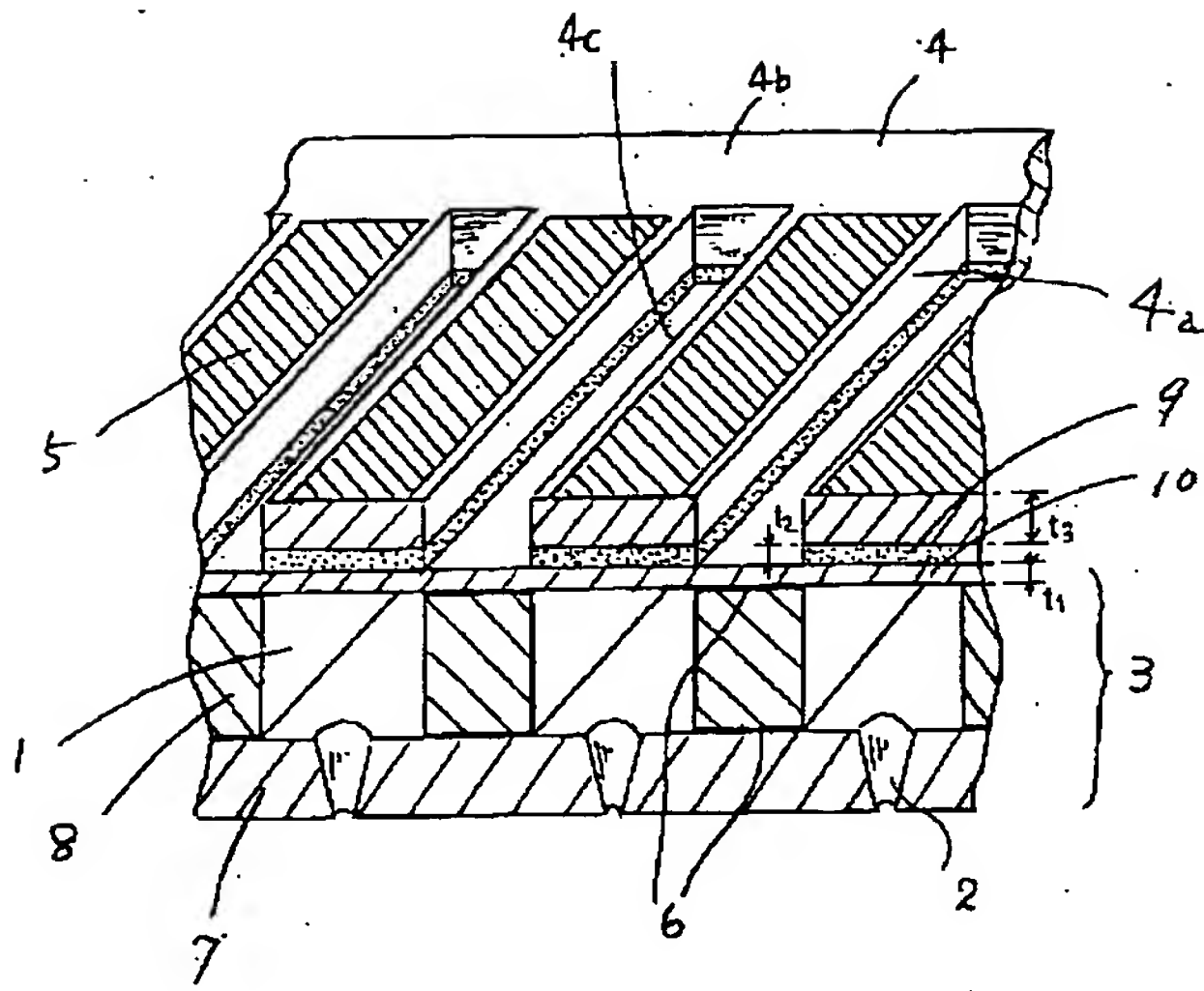
【図 3】(A) (B) は本発明のインクジェットヘッドの製造方法を説明するための斜視図である。

【図 4】(A) (B) は従来のインクジェットヘッドを示す概略断面図である。

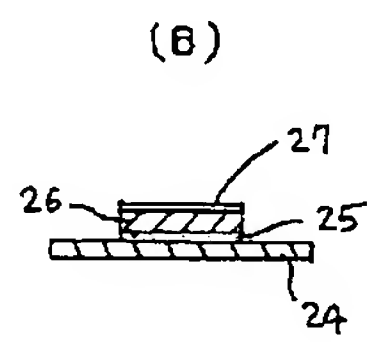
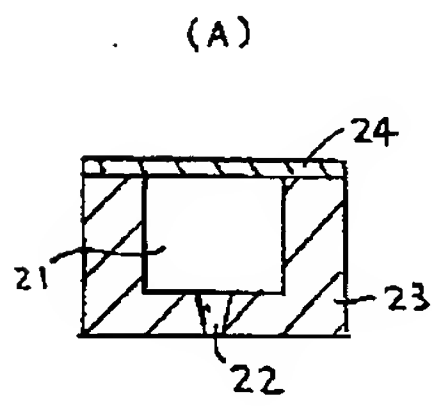
【符号の説明】

- 1 : インク室
- 2 : ノズル
- 3 : ヘッド基板
- 4 : 圧電素子
- 4 a : 駆動部
- 4 b : 連結部
- 4 c : スリット
- 5 : 駆動用電極
- 6 : 接合材
- 7 : プレート
- 8 : プレート
- 9 : 接合層
- 10 : 振動板

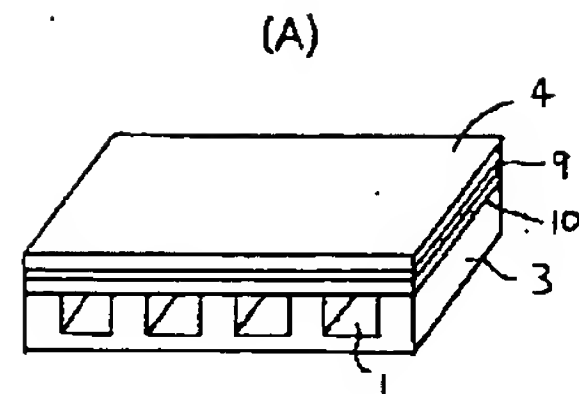
【図 1】



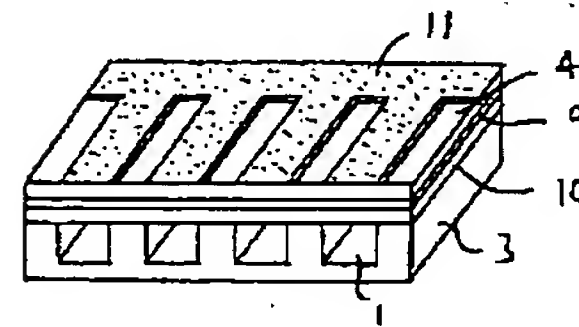
【図 4】



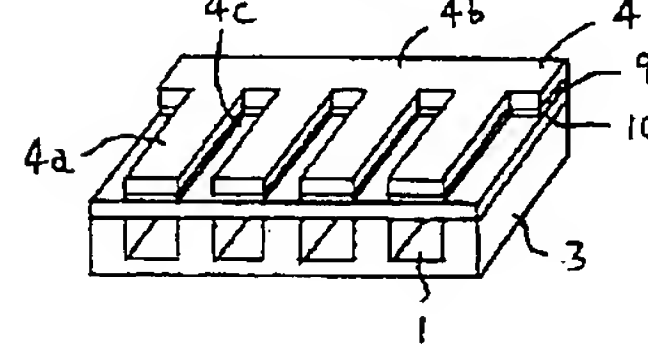
【図 2】



(B)

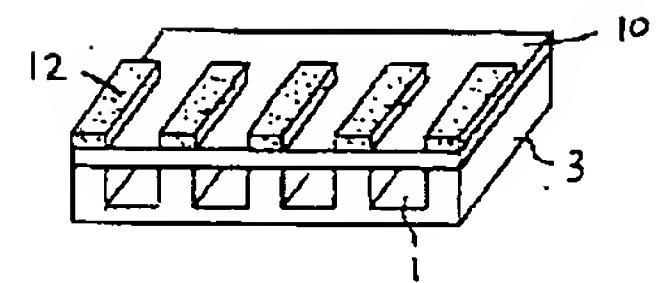


(C)

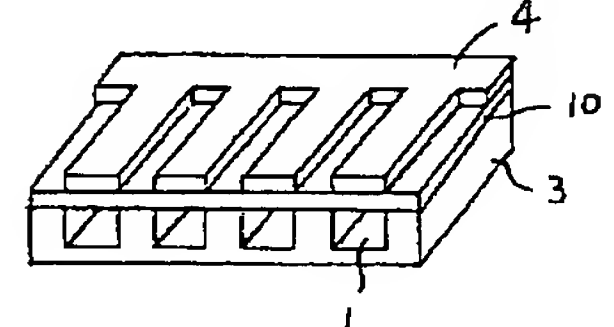


【図 3】

(A)



(B)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.